

## 1

Vorrichtung und Verfahren zur Entfernung von  
Oberflächenbereichen eines Bauteils

5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Entfernung von Oberflächenbereichen eines Bauteils gemäß Anspruch 1 bzw. 3.

10 Bislang werden Bauteile, die mit Beschichtungen des Typs MCrAlY oder ZrO<sub>2</sub> beschichtet sind, beispielsweise durch Säurestrippen in Kombination mit Sandstrahlen oder durch Hochdruckwasserstrahlen entschichtet.

15 Die EP 1 122 323 A1 und die US 5,944,909 zeigen Beispiele für das chemische Entfernen von Oberflächenbereichen.

Die EP 1 941 34 A1, die EP 1 010 782 A1 sowie die US-PS 6,165,345 offenbaren Methoden zum elektrochemischen Entfernen  
20 von metallischen Beschichtungen (Strippen).

Die oben aufgelisteten Verfahren sind zeit- und damit kostenintensiv.

25

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung und ein Verfahren aufzuzeigen, bei denen die Entschichtung schneller und preiswerter abläuft.

30 Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Entfernung von Oberflächenbereichen eines Bauteils gemäß Anspruch 1 bzw. 3 gelöst.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Verfahrensschritte  
35 sind in den jeweiligen Unteransprüchen aufgelistet.

Es zeigen

Figur 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung,

Figur 2, einen zeitlichen Verlauf eines Stromes eines Strompulsgebers und

5 Figur 3 einen weiteren zeitlichen Verlauf eines Stromes eines Strompulsgebers.

Die Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1.

10 Die Vorrichtung 1 besteht aus einem Behälter 4, in dem ein Elektrolyt 7 angeordnet ist.

In dem Elektrolyt 7 ist eine Elektrode 10 und ein Bauteil 13 angeordnet. Die Elektrode 10 und das Bauteil 13 sind elektrisch mit einem Strom/Spannungspulsgeber 16 verbunden.

15 Das Bauteil 13 ist beispielsweise eine beschichtete Turbinenschaufel, die als Substrat eine Nickel- oder Kobalt-basierte Superlegierung aufweist, auf der eine metallische Schicht aufgebracht ist, die beispielsweise als Korrosionsschutz- oder Verankerungsschicht dient. Eine solche  
20 Schicht weist insbesondere die Zusammensetzung MCrAlY, wobei M für ein Element Eisen, Kobalt oder Nickel steht, auf.

Die Beschichtung ist während des Einsatzes der Turbinenschaufel 13 korrodiert. Der so entstandene

25 Oberflächenbereich 25 (gestrichelt angedeutet) soll durch das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 entfernt werden. Ebenso können von einem Bauteil 13, das keine Beschichtung aufweist, aber im oberflächennahen Bereich durch Korrosion, Oxidation oder  
30 sonstige Arten der Degradation entstandene Schichtbereiche 25 entfernt werden.

Der Strompulsgeber 16 erzeugt ein gepulstes Strom/Spannungssignal (Figur 2).

35 Optional ist in dem Elektrolyt 7 eine Ultraschallsonde 19 angeordnet, die durch eine Ultraschallquelle 22 betrieben wird.

Die Ultraschallanregung verbessert die Hydrodynamik des Prozesses und unterstützt dadurch die elektrochemische Reaktion.

5

Figur 2 zeigt einen beispielhaften Strom/Spannungsverlauf des Strom/Spannungspulsgebers 16.

- 10 Das Strompulssignal oder der Spannungspuls ist beispielsweise rechteckig (Pulsform) und hat eine Pulsdauer  $t_{on}$ . Zwischen den einzelnen Impulsen besteht eine Pause der Länge  $t_{off}$ . Weiterhin wird das Strompulssignal durch seine Stromhöhe  $I_{max}$  bestimmt.
- 15 Der Strom, der zwischen der Elektrode 10 und dem Bauteil 13 fließt ( $I_{max}$ ), die Pulsdauer ( $t_{on}$ ) und die Pulspause ( $t_{off}$ ) haben einen wesentlichen Einfluss auf die elektrochemische Reaktion, indem diese beschleunigt wird.

20

Figur 3 zeigt eine beispielhafte Aneinanderreihung von Strompulsen 40, die sich wiederholen.

Eine Sequenz 34 besteht aus zumindest zwei Blöcken 77. Jeder Block 77 besteht aus zumindest einem Strompuls 40.

- 25 Ein Strompuls 40 ist charakterisiert durch seine Dauer  $t_{on}$ , die Höhe  $I_{max}$  und seine Pulsform (Rechteck, Dreieck, ...). Ebenso wichtig als Prozessparameter sind die Pausen zwischen den einzelnen Strompulsen 40 ( $t_{off}$ ) und die Pausen zwischen den Blöcken 77.

30

Die Sequenz 34 besteht bspw. aus einem ersten Block 77 mit drei Strompulsen 40, zwischen denen wiederum eine Pause stattfindet. Darauf folgt ein zweiter Block 77, der eine größere Stromhöhe aufweist und aus sechs Strompulsen 40

- 35 besteht. Nach einer weiteren Pause folgen vier Strompulse 40 in umgekehrter Richtung, d.h. mit geänderter Polarität.

Als Abschluss der Sequenz 34 folgt ein weiterer Block 77 mit vier Strompulsen.

Die Sequenz 34 kann mehrfach wiederholt werden.

- 5 Die Einzelpulszeiten  $t_{on}$  betragen vorzugsweise größenordnungsmäßig etwa 1 bis 10 Millisekunden. Die zeitliche Dauer des Blocks 77 liegt in der Größenordnung bis zu 10 Sekunden, so dass bis zu 500 Pulse in einem Block 77 ausgesendet werden.

10

Die Belegung sowohl während der Pulsabfolgen als auch in der Pausenzeit mit einem geringen Potenzial (Basisstrom) ist optional möglich.

- 15 Ein Block 77 ist mit seinen Parametern auf ein Bestandteil einer Legierung abgestimmt, die bspw. entschichtet werden soll, um das beste Entfernen dieses Bestandteils zu erreichen. Diese können in Einzelversuchen bestimmt werden.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Entfernung von Oberflächenbereichen eines Bauteils,

5 die einen Behälter aufweist, in dem ein Elektrolyt angeordnet ist,  
in der das Bauteil einbringbar ist,  
die eine Elektrode aufweist,  
wobei die Elektrode und das Bauteil elektrisch miteinander  
10 verbindbar sind, und  
wobei die Elektrode zumindest teilweise in dem Elektrolyten angeordnet ist,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

15 dass die Vorrichtung einen elektrischen Strompulsgeber (16) aufweist, der elektrisch zwischen Elektrode (10) und Bauteil (13) schaltbar ist, und  
dass der Strompulsgeber (16) Strompulse erzeugen kann.

20

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass

25 die Vorrichtung (1) eine Ultraschallsonde (14) aufweist, die im Behälter (4) angeordnet ist, und die vom Elektrolyten (10) umgeben ist.

30

35

3. Verfahren zur Entschichtung eines Oberflächenbereiches  
eines Bauteils,  
bei dem eine Elektrode  
und das Bauteil in einem Elektrolyten angeordnet sind,  
5 wobei die Elektrode und das Bauteil elektrisch leitend  
miteinander und mit einem Stromgeber (16) verbunden sind,  
dadurch gekennzeichnet, dass

10 der Stromgeber (16) einen gepulsten Strom oder eine  
gepulste Spannung erzeugt.

4. Verfahren nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
15 an dem Bauteil (13) ein positives oder ein negatives  
Potenzial anliegt,  
um einen Basisstrom oder Basisspannung zu erzeugen.

20 5. Verfahren nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
in dem Elektrolyten (7) eine Ultraschallsonde (19)  
25 betrieben wird.

6. Verfahren nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
30 zum elektrolytischen Entschichten ein Strom/Spannungspuls  
(40) verwendet wird,  
wobei sowohl positive als auch negative  
Strom/Spannungspulse (40) verwendet werden.

35

7

7. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

5 für das elektrolytische Entschichten wiederholt mehrere  
Strom/Spannungspulse (40) verwendet werden,  
die in einer Sequenz (34) zusammengefasst sind,  
wobei die Sequenz (34) von zumindest zwei verschiedenen  
Blöcken (77) gebildet wird,  
10 wobei ein Block (77) aus zumindest einem Strompuls (40)  
besteht.

8. Verfahren nach Anspruch 7,

15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

ein Block (77) bestimmt ist durch eine Anzahl von  
Strompulsen (40), Pulsdauer ( $t_{on}$ ), Pulspause ( $t_{off}$ ),  
Stromhöhe ( $I_{max}$ ) und Pulsform.

20

9. Verfahren nach Anspruch 7,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

25 ein Block (77) jeweils auf einen Bestandteil einer  
Legierung abgestimmt ist, die entfernt werden soll,  
um das Entschichten des Bestandteils der Legierung zu  
verstärken.

30 10. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

35 eine Legierungsschicht der Art MCrAlY entschlachtet wird,  
wobei M ein Element der Gruppe Eisen, Kobalt oder Nickel  
ist.

8

11. Verfahren nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet, dass

ein Basisstrom den Strompulsen (40) und/oder den Pausen  
überlagert ist.

5

10

15

20

25

30